

ЛИТЕРАТУРА

1. Маркова Е.В. Руководство по применению латинских планов при планировании эксперимента с качественными факторами. - Челябинск, 1971.

2. Иданов Е.К., Петри В.Н. Влияние влажности воздуха на свойства лигноуглеводных древесных пластиков. - Механическая обработка древесины, 1969, № 4.

УДК 634.0.864:684.817-41

И.В.Перехожих, Е.И.Берсенева,
Г.И.Перехожих
(Уральский лесотехнический институт)

А.Д.Лазарева
(Свердловский институт народного
хозяйства)

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ПЛАСТИКА ИЗ ЦЕЛЬНОЙ ОСИНОВОЙ ДРЕВЕСИНЫ МЕТОДОМ ПЬЕЗОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Исследование процесса получения пластика из здоровой осиновой древесины осуществлялось с использованием центрального композиционного униформ-ротатабельного плана второго порядка. С этой целью был выбран план Бокса-Хантера [1]. Пьезотермическая обработка цельной древесины проводилась по способу, разработанному в УЛТИ [2].

Оптимизацию процесса осуществляли тремя технологическими факторами: x_1 - температура горячего прессования, $^{\circ}\text{C}$; x_2 - давление прессования, МПа; x_3 - продолжительность пьезотермического воздействия, мин/мм толщины готового материала.

Влажность исходного материала была принята постоянной и равной 12...13%. Уровни и интервалы варьирования факторов униформ-ротатабельного плана приведены в табл.1, матрица планирования и результаты экспериментов представлены в табл.2.

Таблица 1

Условия планирования экспериментов

Уровни факторов	Натуральн. значения факторов			Кодированные значения факторов
	\tilde{x}_1	\tilde{x}_2	\tilde{x}_3	
Основной уровень	160	70	2	0
Интервал варьирования	10	20	1	Δx
Верхний уровень	170	90	3	+ 1
Нижний уровень	150	50	1	- 1
"Звездная" точка верхняя граница	177	104	3,7	+1,682
"Звездная" точка нижняя граница	143	36	0,3	-1,682

В качестве откликов рассматривались физико-механические свойства получаемых материалов, определяемых по методике [3]:

- Y_1 – предел прочности при статическом изгибе, МПа;
- Y_2 – разбухание в направлении прессования при 24-часовом вымачивании в воде, %;
- Y_3 – водопоглощение за 24 ч, %;
- Y_4 – плотность образцов в абсолютно сухом состоянии, кг/м³;
- Y_5 – влажность в момент испытаний, %.

Путем проведения корреляционного анализа изучаемых физико-механических показателей установлена тесная связь всех откликов (рис.1), что позволило ограничиться двумя, достаточно полно характеризующими свойства полученного пластика: пределом прочности при статическом изгибе и разбуханием по толщине после 24- часового вымачивания в воде.

Таблица 2

Результаты экспериментов по униформ-ротатабельному
плану Бокса - Хантера

Номер опыта	Факторы			Отклики	
	x_1	x_2	x_3	y_1	y_2
1	-1	-1	-1	186	77,7
2	1	-1	-1	212	67,7
3	-1	1	-1	216	71,8
4	1	1	-1	263	57,3
5	-1	-1	1	201	50,5
6	1	-1	1	223	25,4
7	-1	1	1	267	29,0
8	1	1	1	298	6,4
9	-1,682	0	0	198	80,9
10	1,682	0	0	207	23,1
11	0	-1,682	0	193	43,8
12	0	1,682	0	223	47,4
13	0	0	-1,682	179	105,5
14	0	0	1,682	238	22,7
15	0	0	0	259	32,0
16	0	0	0	217	27,8
17	0	0	0	211	27,4
18	0	0	0	220	30,9
19	0	0	0	238	31,7
20	0	0	0	252	25,8

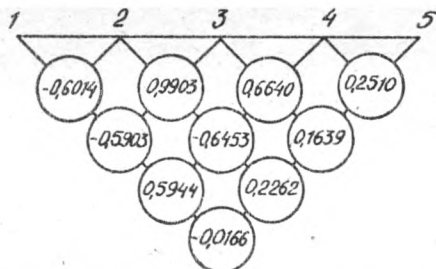


Рис.1. Диаграмма связей между откликами

Уравнения регрессии после оценки значимости и отсеивания незначимых коэффициентов имеют вид по отклику Y_1 :

$$\hat{Y}_1 = 231,9 + 10,3x_1 + 19,9x_2 + 15,5x_8 \quad (1)$$

дисперсия ошибки опыта $S\{y_1\} = 394,2$;
по отклику Y_2 :

$$\hat{Y}_2 = 29,5 - 12,4x_1 - 3,7x_2 - 22,1x_8 + 6,5x_1^2 + 4,3x_2^2 + 10,8x_8^2 \quad (2)$$

дисперсия ошибки опыта $S\{y_2\} = 22,2$.

Анализ уравнений (1) и (2) показал, что на прочность полученного материала наибольшее влияние оказывает давление прессования; водостойкость его в большей степени обуславливается продолжительностью пьезотермической обработки.

Уравнения регрессии (1), (2) были приведены к каноническому виду, что позволило установить соответствующие им геометрические образы поверхностей откликов (4).

Уравнение регрессии в каноническом виде для Y_1 :

$$Y_1 - 89,1855 = -3,1867x_1^2 - 7,9243x_2^2 + 1,1233x_8^2, \quad (3)$$

где $X_1 = 0,8131x_1 + 0,3540x_2 - 0,4621x_8 + 0,9590$;

$X_2 = 0,5657x_1 - 0,6072x_2 + 0,5580x_8 - 0,1667$;

$X_8 = 0,0829x_1 + 0,7153x_2 + 0,6941x_8 + 11,4954$;

для Y_2 :

$$Y_2 - 5,2383 = 6,6174x_1^2 + 3,8589x_2^2 + 11,5344x_8^2, \quad (4)$$

где $X_1 = 0,9767x_1 - 0,2323x_2 + 0,2230x_8 - 1,2713$;

$$X_2 = 0,1760x_1 + 0,9530x_2 + 0,2248x_3 - 1,4461;$$

$$X_3 = 0,2683x_1 + 0,1925x_2 - 0,9440x_3 + 0,7312.$$

Геометрическим местом точек, удовлетворяющим уравнению (1), является однополостный гиперболоид с центром, удаленным за пределы рассматриваемой области планирования. Координатам центра поверхности соответствует минимум. Область определения функции Y_2 явилось трехмерное пространство факторов, ограниченное эллипсоидом.

Геометрическое изображение поверхностей откликов представлено в виде двумерных сечений (рис. 2, 3), для построения которых записаны канонические уравнения и значения координат особых точек откликов Y_1 и Y_2 в координатах x_1x_3 .

Математические модели по Y_1 и Y_2 позволили рассчитать режимы получения пластика из цельной древесины осины в оптимальной области исследования: температура плит пресса 165–170°C; давление прессования 9,0 МПа; продолжительность горячего прессования 3 мин/мм толщины готового пластика. Полученный по этому режиму материал имел следующие физико-механические показатели (при толщине 10 мм): предел прочности при статическом изгибе 280–300 МПа; разбухание по тол-

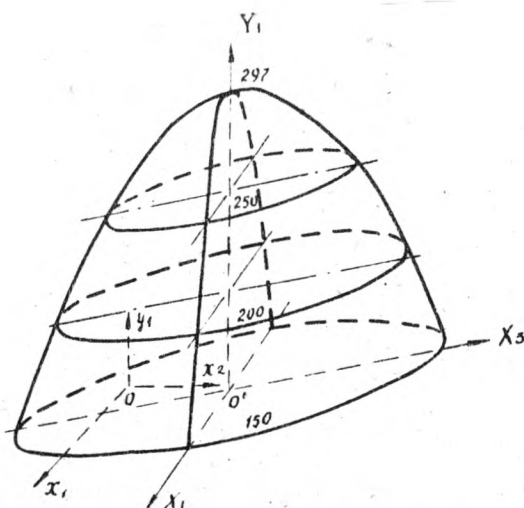


Рис. 2. Поверхность отклика Y_1 в координатах x_1x_3

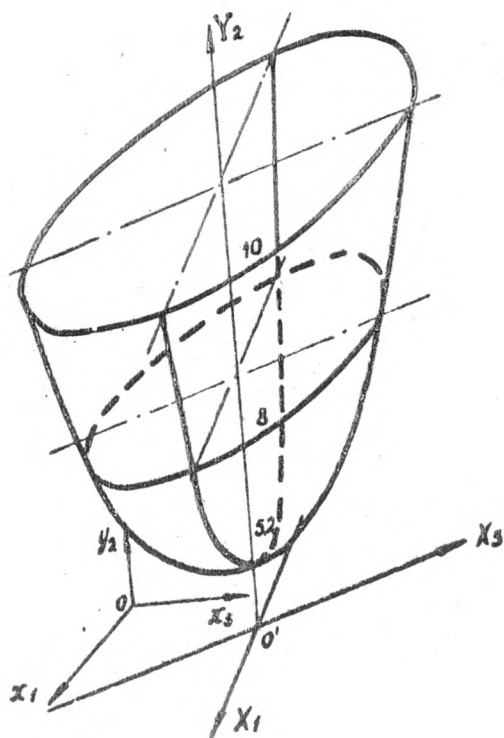


Рис.3. Поверхность отклика Y_2 в координатах $x_1 x_3$.

щине при 24-часовом вымачивании в воде 7%; водопоглощение за 24 ч 8%; плотность 1300 кг/м³; влажность в момент испытаний 9%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пен Р.З., Менчер Э.М. Статистические методы в целлюлозно-бумажном производстве. - М., 1973.
2. Перехожих И.В., Аккерман А.С. Способ получения целлюлознопрессованной древесины повышенной стабильности. - В кн.: Древесные плиты и пластики. - Свердловск, 1973 (Междуу.сб., вып. 30).
3. Методы физико-механических испытаний модифицированной древесины. - М., 1973.

УДК 634.0.864:674.817-41

М.Э.Крогиус
(Ленинградская лесотехническая
академия)

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ЛИГНИНА НА СВОЙСТВА ЛИГНОДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В настоящее время многие предприятия по производству древесноволокнистых плит испытывают острый дефицит сырья. В то же время на предприятиях гидролизной промышленности остается значительное количество неиспользуемого гидролизного лигнина. Только около 10% гидролизного лигнина находит применение в качестве сырья для химической переработки. Ос-